

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-052771

(43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.Cl.

B23K 20/12
B23K 31/00
B61D 17/00
// B23K103:10

(21)Application number : 08-206843

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.08.1996

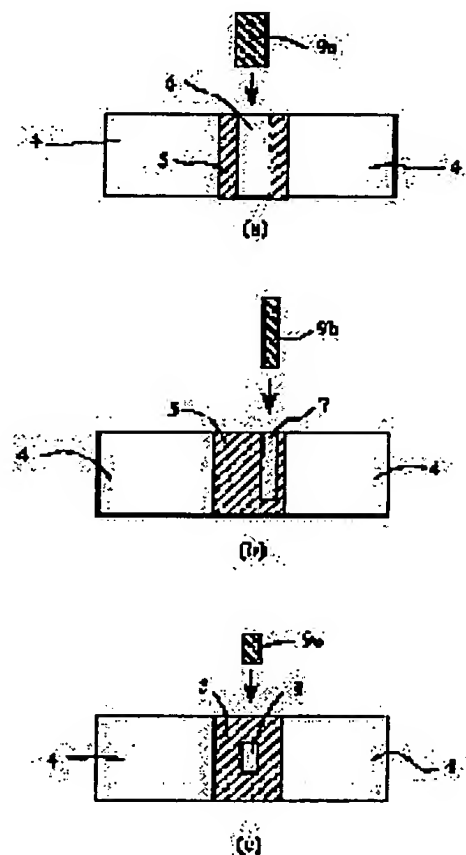
(72)Inventor : SATO AKIHIRO
FUNYU MASAO
OKAMURA HISANOBU
AOTA KINYA
ESUMI MASAKUNI
ISHIMARU YASUO

(54) FRICTION WELDING METHOD AND WELDED STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute a solid phase joining without melting a long sized aluminum alloy by arranging the same shaped member as a void part in the void part generated in a weld zone and welding.

SOLUTION: A bar shaped rotating tool is inserted into the joining part of a work and transferred while rotating. Whereby, a frictional heat is generated between the tool and the work, and a friction welding is executed utilizing a plastic flow due to the frictional heat. At this time, since a defect 6 generating in the weld zone is a cylindrical shape, the same shaped member 9a is inserted into the void. Since a defect 7 is a rectangular, thin and long void, about the same shaped member 9b is inserted after working a part of the defect. Since a defect 8 exists within the weld zone, a member 9c is inserted after cutting up to the position of the defect. Thereafter, the welding is again executed using the same welding method. By this way, the deformation and defect are reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	3268207
[Date of registration]	11.01.2002
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-52771

(43)公開日 平成10年(1998)2月24日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 20/12			B 2 3 K 20/12	D
				G
31/00			31/00	D
B 6 1 D 17/00			B 6 1 D 17/00	C
// B 2 3 K 103:10				

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-206843

(22)出願日 平成8年(1996)8月6日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 佐藤 章弘

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 舟生 征夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 岡村 久宜

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

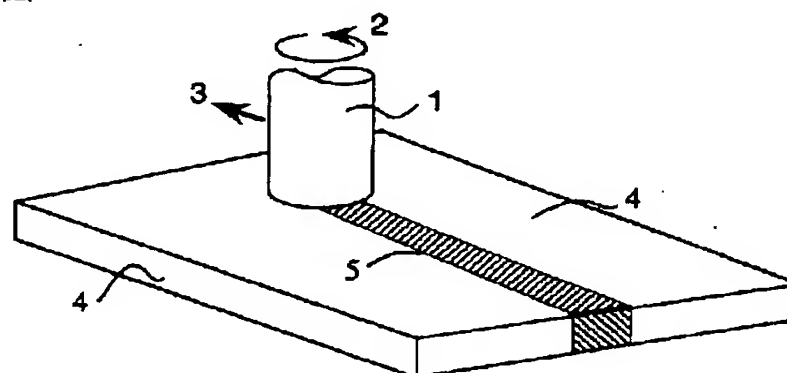
(54)【発明の名称】 摩擦溶接方法及び溶接構造体

(57)【要約】

【課題】加工物より実質的に硬い材質からなる棒状の回転ツールを加工物の接合部に挿入し、前記ツールを回転させながら移動することによって発生する前記回転ツールと前記加工物との摩擦熱による塑性流動を利用した摩擦溶接方法において、欠陥の補修方法に関する。

【解決手段】前記溶接部に生じた空洞部6, 7, 8に前記空洞部と同じ形状の部材9a, 9b, 9cを挿入し、この部分を再度、摩擦溶接方法によって溶接する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】加工物より実質的に硬い材質からなる棒状の回転ツールを加工物の接合部に挿入し、前記、ツールを回転させながら移動することによって発生する前記回転ツールと前記、加工物との摩擦熱による塑性流動を利用した摩擦溶接方法において、前記、溶接部に生じた空洞部に前記、空洞部と同じ形状の部材を配置し、前記、空洞部を前記、溶接方法によって再度、溶接することを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項2】請求項1記載の空洞部に配置された部材は、前記、溶接方向に対して回転ツールの前方で固定されていることを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項3】加工物より実質的に硬い材質からなる棒状の回転ツールを加工物の溶接部に挿入し、前記、回転ツールを回転させながら移動することによって発生する前記ツールと前記加工物との摩擦熱による塑性流動を利用して実質的に連続した部材を接合する摩擦溶接方法において、前記、回転ツールの反対側に配置される加工物の支持治具は、回転機構または上下方向または左右方向に移動する機構のいずれか1つ以上の機能を備えていることを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項4】請求項3記載の回転機構を備えた加工物の支持治具は、加工物の変形に追従して上下方向および左右方向に移動する機能を備えていることを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項5】請求項2～4記載の機構を備えたことを特徴とする摩擦溶接装置。

【請求項6】加工物より実質的に硬い材質からなる棒状の回転ツールを加工物の溶接部に挿入し、前記、ツールを回転させながら移動することによって発生する前記ツールと前記加工物との摩擦熱による塑性流動を利用して実質的に連続した部材を接合する摩擦溶接方法において、前記、溶接部分の厚さは他の部分の厚さより局部的に高くなっていることを特徴とする摩擦溶接の溶接継手構造。

【請求項7】特許請求の範囲第1～6項記載の加工部材は、A1またはA1合金であることを特徴とする構造体。

【請求項8】特許請求の範囲第1～7項記載のいずれかの方法によって製作された構造物。

【請求項9】特許請求の範囲第1～7項記載のいずれかの方法によって製作された鉄道車両体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転ツールと加工物との摩擦熱に塑性流動を利用した摩擦溶接法によって組立てられる車両、自動車、船舶、航空、エレベータ、圧力容器などのあらゆる構造物に利用できる。

【0002】

【従来の技術】摩擦溶接方法として、特開公平5-96

385などが公知である。これまでの摩擦溶接方法は、溶接する両方またはいずれか一方の加工物を回転する。このため、溶接する加工物の形状や寸法に限界がある。

【0003】一方、加工物の長手方向に連続的に摩擦溶接する方法として、特表平7-505090では、加工物より実質的に硬い材質からなるツールを加工物の溶接部に挿入し、前記、ツールを回転させながら移動することにより、該、回転ツールと加工物との間に生じる摩擦熱による塑性流動によって加工物を溶接する溶接方法が公知である。

【0004】従来の摩擦溶接法は、加工物同士を回転させ、加工物同士の摩擦熱によって溶接する方法に対して、前記、特表平7-505090は溶接部材を固定した状態で、該、ツールを回転させながら移動することにより接合できる。このため、溶接方向に対して実質的に無限に長い部材でもその長手方向に連続的に固相接合できる利点がある。さらに、回転ツールと溶接部材との摩擦熱による金属の塑性流動を利用した固相接合のため、接合部を溶融させることなく、接合できる。また、加熱温度が低いため、接合後の変形が少ない。接合部は溶融されないため、欠陥が少ないなどの多くの利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記、特表平7-505090による回転ツールを加工物の中に挿入し、該、回転ツールを回転させながら移動することにより溶接する方法を製品に適用した場合、次のような問題点がある。

【0006】(1) 前記、溶接方法は、溶接部の終了位置、または、溶接を途中で中止した位置、つまり、回転ツールの回転を停止し、該、回転ツールを溶接部から引抜いた部分に回転ツールとほぼ同じ形状の空洞が生じる。すなわち、この空洞は、加工部材に欠陥として残るため、構造物に適用する場合は信頼性の点で問題がある。

【0007】(2) 前記、溶接方法は回転ツールの反対側（溶接部の裏面）に加工物を支持する支持治具が必要である。加工物が長い場合、溶接熱などによって加工物が変形し、該、加工物の裏面は固定治具から離れる場合がある。この場合、加工物は回転ツールの荷重に耐えきれず、その部分に欠陥が発生する。

【0008】(2) 前記、回転ツールの切削作用によって、接合部の厚さが局部的に薄くなる。つまり、溶接部の表面は回転ツールとの摩擦によって凹みができる。このため、実質的に接合部の厚さが減少するため、溶接部の強度が低下する。したがって、この溶接法で接合した加工物の信頼性に問題がある。

【0009】(3) 接合部の継手部にギャップがある場合、欠陥が発生しやすい。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は次の手段により

達成できる。

【0011】(1) 前記のごとく、溶接部の終了位置、または、溶接の中止位置に該、回転ツールとほぼ同じ形状の空洞(溶接欠陥)が生じる。この欠陥を防止するため、空洞部に該、空洞と同じ形状の部材を挿入し、再度、溶接する。この場合、前記、空洞部に配置した部材は回転ツールによって溶接中に移動することがあるため、回転ツールの前方で固定することが望ましい。

【0012】(2) 前記、回転ツールと反対側に配置される加工物の固定治具は回転機構を備えていること。さらに、前記、回転機構を備えた加工物の固定治具は、加工物の変形に追従して上下方向および左右方向に移動すること。

【0013】(4) 加工部材の接合部の厚さは、他の部分の厚さより局部的に高くなっていること。

【0014】[作用]

(1) 前記、溶接部に生じた空洞部(欠陥部)に該、空洞部と同じ形状の部材を配置し、空洞部の後方より、再度、溶接する。これにより、空洞部は予め、空洞部に配置された部材に完全に補充されて健全な溶接部となる。この場合、前記、空洞部に配置された部材は、溶接中に回転ツールの力により、進行方向に移動することがあるため、回転ツールの前方で固定することが望ましい。この固定方法は、機械的固定または他の溶接方法での溶接による固定でも本目的を達成できる。

【0015】(2) 一方、前記、回転ツールと反対側に配置される加工物の固定治具に回転機構を備えていることにより、少ない力で加工物を移動できる。さらに、前記、回転機構を備えた加工物の固定治具は、加工物の変形に追従して上下方向に移動する。このため、加工物が変形した場合でも固定治具は加工物から離れることがない。従って、欠陥の発生が防止でき、信頼性の高い溶接ができる。

【0016】(3) 加工部材の接合部の厚さは、他の部分の厚さより局部的に高くなっていること。

【0017】(4) 回転ツールの切削効果によって、接合部の厚さが局部的に薄くなり、接合強度が低下し、加工部材の信頼性の点で問題がある。これを防止するため、接合部の厚さを局部的に厚くすることにより、前記、問題点を解決できる。具体的には、0.3mm以上、2mm以下が望ましい。本発明によって、接合部のギャップが大きい場合でも前記、局部的に厚さを増加している部分でギャップを補うため、欠陥なく接合できる。例えば、継手構造がI型のみならずレ型またはV型でも欠陥なく接合できる。

【0018】

【発明の実施の形態】

【実施例1】第1図は前記、溶接方法によって、回転ツール1を2の方向に回転しながら3の方向に移動して加工物4を溶接する場合の斜視図を示す。第2図は第1図

の溶接部5に発生する溶接欠陥の例を示す断面図である。

【0019】第3図の(a)は第2図のA-A部の断面で、この場合の欠陥6は溶接部の終端または溶接を中止した位置に発生しやすい。この欠陥6の形状は、回転ツールの先端とほぼ同じ形状の空洞である。(b)はB-B部の断面で、この場合の欠陥7は、溶接条件が適正で無い場合に発生しやすい。この欠陥7は溶接スタート点から、溶接終端までほぼ連続して発生し、溶接部の表面から肉眼で観察できることが多い。(c)はC-C部の断面で、この場合の欠陥8も溶接条件が不適正の場合に発生する欠陥である。この欠陥8は溶接部の内部に不連続的に発生することが多い。

【0020】本発明は第3図の各欠陥部に前記の各欠陥と同形状の部材を挿入し、再度、前記、溶接方法で溶接する点にある。次に本実施例を具体的に説明する。

第3図(a)の欠陥6は、円柱状の空洞であるため、これと同じ形状の部材9aをこの空洞部に挿入する。

(b)の欠陥7は長形状の細長い空洞であるため、欠陥の一部を加工して、これとほぼ同じ形状の部材9bを挿入する。この場合は挿入した部材が長いため、この部材をTIG溶接法によって加工部材に固定する。

【0021】(c)の欠陥8は溶接部の内部に発生しているため、溶接部の表面または裏面方向から欠陥の位置まで機械的に切削し、その切削部分も含む空洞部にその空洞部と同形状の部材9cを挿入する。

【0022】前記のごとく、各欠陥部(空洞部)に各欠陥と同形状の部材を挿入後、部材を挿入した位置より後方側から、再度、前記、溶接方法で溶接する。

【0023】なお、欠陥部に挿入する部材は、加工部材と同じ材質が望ましい。

【0024】本実施例におけるアルミ合金の長さは5m、厚さ:4mm、幅:0.5m、溶接条件は、回転ツールの先端径:5mm、回転数:1000rpm、溶接速度:0.2m/minである。前記方法により、信頼性の高い溶接部が得られ、これを鉄道用車両の溶接に適用した。

【0025】[実施例2]第4図はローラー機構による挿入部材の固定方法を示す視図である。

【0026】本発明は、前記、ローラ10によって前記欠陥部に挿入した部材9を機械的に固定するためのものである。つまり、溶接方向に欠陥が長い場合に、溶接方向に対して回転ツール1の前方で、ローラ10により挿入部材9を加工部材4に押しつける。これにより、回転ツール1の直前で挿入部材9を固定する。なお、ローラ10は回転ツール1と連動して溶接進行方向3に移動する。

【0027】一方、ローラ10は回転ツール1と独立して加工部材4の変形に追従して上下移動できる機構11が備わっている。この場合のローラの押しつけ力は約

500kgである。なお、溶接条件および加工部材の寸法は実施例1である。

【0028】[実施例 3] 第5図は押出し加工によって製作された面板12、コア材13からなるハニカムパネル同士の接合において、縁材14の部分に回転ツール1を挿入して溶接する。これによって、複数のハニカムパネルを合体して大型のハニカム構造体を製作するものである。本実施例では、回転ツール1が接する溶接部の縁材の厚さを1mm高くしている。幅は回転ツールの外形とほぼ同じ20mmである。前記、溶接部の形状により、回転ツール1によって接合部に凹みが生じた場合でも強度は実質的に低下しない。さらに、接合部のギャップが大きい場合でも欠陥なく接合できる。このため、信頼性の高いハニカムパネルからなる構造体が効率的に、かつ、安価に製作できる。このハニカムパネルを鉄道用車両体として、高速車両を製作した。

【0029】[実施例 4] 第6図は本発明における接合部の継手構造を示す。第6図の(a)～(b)は加工部材4がI型開先の継手構造の、(c)と(d)はレ型開先の、(e)と(f)はV型開先の継手構造を示す。第6図のように、溶接部の厚さを局部的に厚くすることにより、I型開先の場合はギャップが大きい場合でも欠陥なく溶接できる。

【0030】本実施例では、加工部材の厚さが5mmのアルミ合金を(a)のI型開先で溶接した場合、開先のギャップが1mmまで欠陥なく溶接できる。さらに、

(c)から(d)のレ型開先、(e)と(f)のV型開先の場合も溶接部の厚さを増加することにより、その増加した部分の厚さで各継手構造のギャップ内の空間を補充するため、欠陥なく溶接できる。

【0031】[実施例 5] 第7図は回転ツール1の反対側、つまり、溶接面の裏側に回転機構を備えた加工物4の支持治具15を配置して溶接する斜視図を示す。加工物4は固定台16に固定され、さらに、回転ツール1の荷重によって変形しないように回転ツールの反対側で加工物を支持する。この場合、支持治具15に回転機構を備えることにより、加工物との摩擦抵抗が少なく、稼働できる。支持治具15には、回転ツール1の溶接方向3の移動に連動して、17方向に回転しながら18方向に移動する。また、支持治具15は加工物4の上下方向または左右方向の変形に追従して、上下方向19および左右方向20に自動的に移動できる機構も備わっている。上記、回転機構の他に上下および左右に移動する機構を備えた支持治具15によって長さ20m、幅1m、厚さ5mmのアルミ合金の突合せ溶接を行った。溶接条件は実施例1と同じである。この溶接によって、高速用の車両を製作した。

【0032】なお、実施例5では加工物を固定して、回転ツール1と支持治具15を溶接方向に移動したが、これらを固定して加工物を移動しても本目的を達成でき

る。

【0033】[実施例 6] 第8図は本発明によって鉄道車両用アルミ合金を溶接する方法の断面図を示す。

【0034】本実施例における加工物は、長さ20m、厚さ5mm、幅500mmのアルミ合金板である。なお、加工部材の接合部の高さはほかの部分より約1mm高くなっている。回転ツール1は移動ロボット21に取付けられ、加工部材4の溶接部に挿入して回転しながら移動する。この場合、回転ツール1の反対側には支持治具15が配置されている。この支持治具15は、実施例5と同様の回転、上下、左右のいずれか1つ以上の機能を有している。一方、加工部材4は、上下から固定治具22および23によって固定されている。なお、この固定治具22は、長尺の加工部材を安定に固定するため、支持治具15と同様の回転機構を有している。なお、本実施例では、前記の方法で加工部材を固定して、回転ツールと支持治具を移動して実施例1と同じ条件で溶接した。

【0035】第9図は前記、実施例によって製作した車両構造体を示す。第10図は第9図の車両構造体をさらに本発明の溶接方法によって組立てた道車両の斜視図を示す。接合部5の長さは一部が12.5mであるが、最大25mの長さが表裏両面から形成されて、鉄道用の車両が製作される。

【0036】[発明の構成]

(1) 溶接部の欠陥部(空洞部)に該、空洞と同じ形状の部材を挿入し、再度、溶接する。この場合、前記、空洞部に配置した部材は回転ツールによって溶接中に移動することがあるため、回転ツールの前方で固定することが望ましい。

【0037】(2) 回転ツールと反対側に配置される加工物の支持治具は回転機構を備えていること。さらに、前記、回転機構を備えた加工物の固定治具は、加工物の変形に追従して上下方向および左右方向に移動すること。

【0038】(3) 加工部材の接合部の厚さは、他の部分の厚さより局部的に高くなっていること。

【0039】

【発明の効果】本発明によって、20mクラスの長尺アルミ合金を溶融しないで固相接合できる。このため、変形が少ない。欠陥が少ない、表裏両面から同じに溶接できるなどの効果がある。一方、接合部の厚さを他の部分より増加することにより、接合部のギャップが大きい場合でも欠陥なく接合できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】摩擦溶接方法の概略図である。

【図2】摩擦溶接部を上部から見た場合の欠陥を示す図である。

【図3】図3は図2の各位置における断面である。

【図4】図4は摩擦接合を示す斜視図である。

7

【図5】摩擦接合部の縦断面図である。

【図6】継ぎ手部の各種を示す縦断面図である。

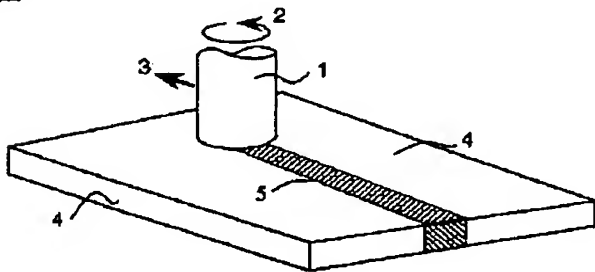
【図7】摩擦接合装置の斜視図である。

【図8】図7の要部の縦断面図である。

【図9】鉄道車両の構造体の斜視図である。

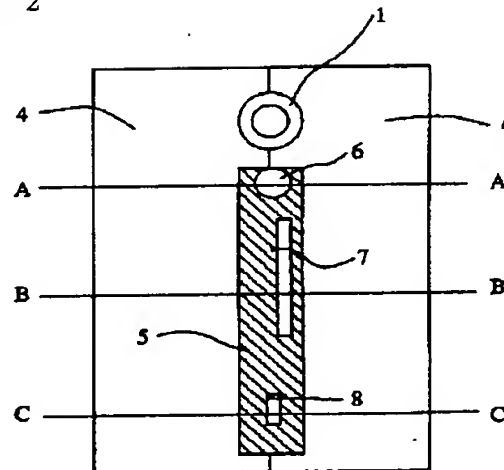
【図1】

図 1



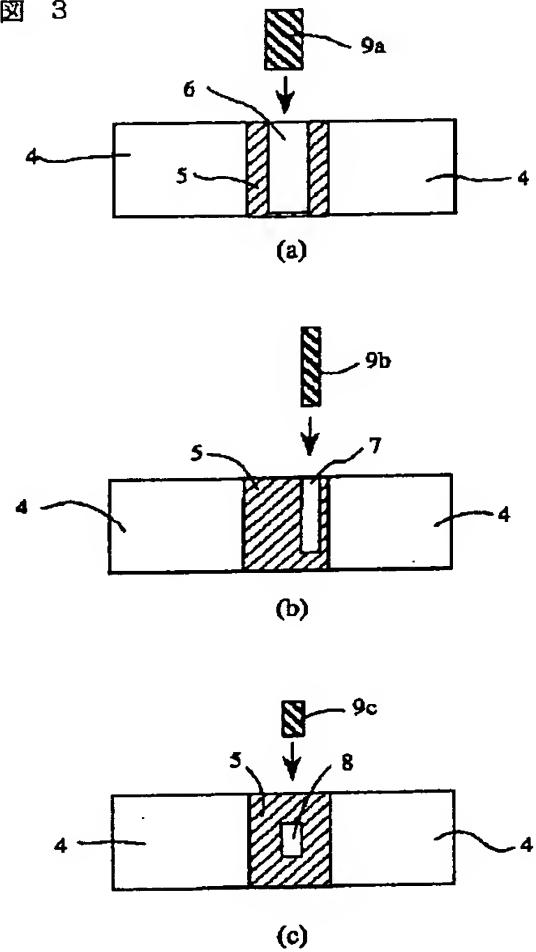
【図2】

図 2



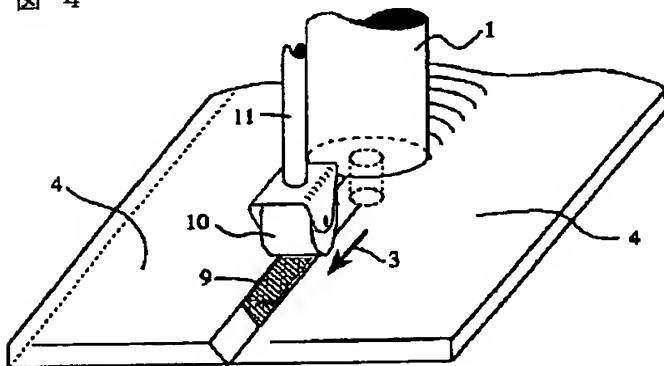
【図3】

図 3



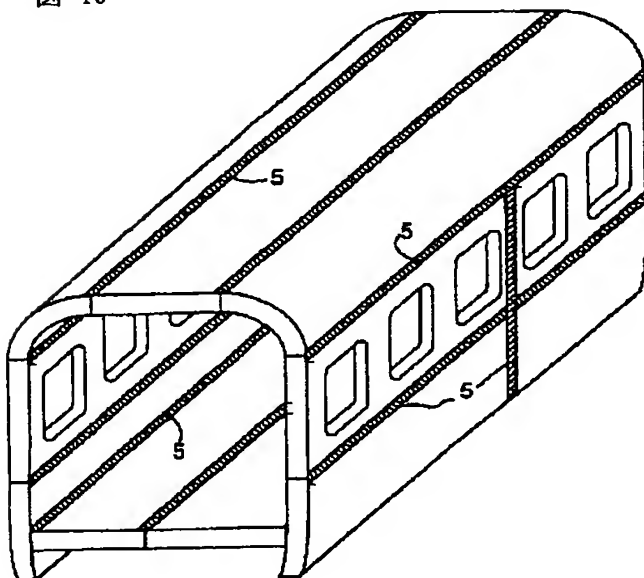
【図4】

図 4



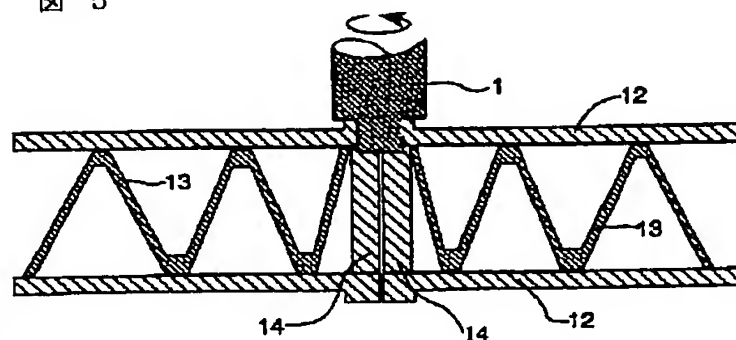
【図10】

図 10

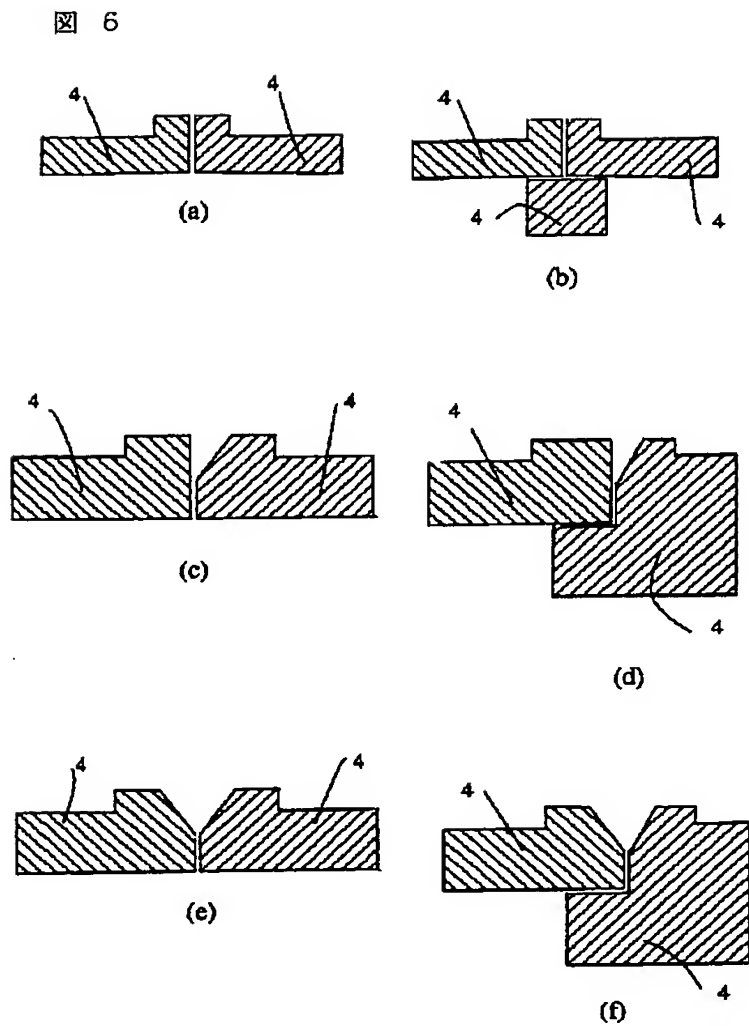


【図5】

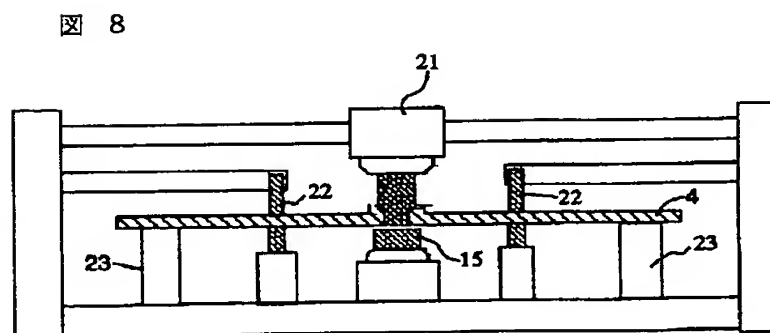
図 5



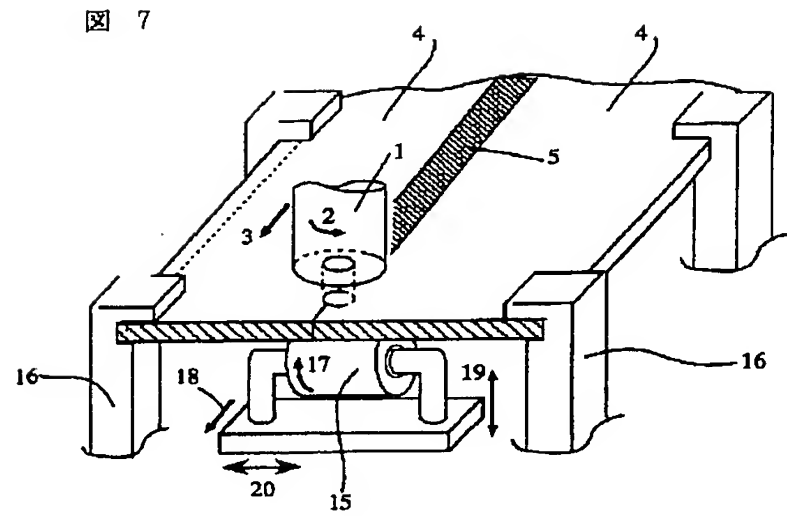
【図6】



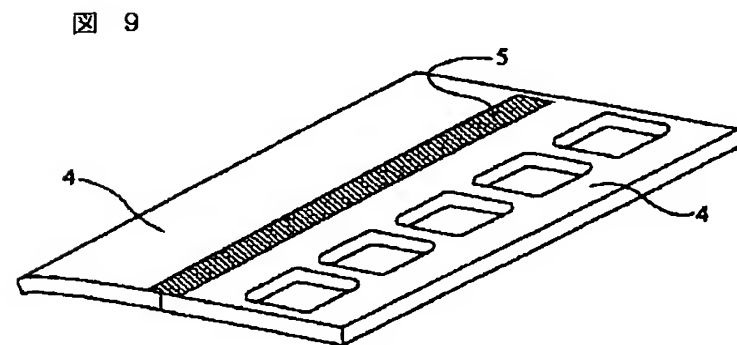
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 青田 欣也
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会
 社日立製作所笠戸工場内

(72)発明者 江角 昌邦
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会
 社日立製作所笠戸工場内
 (72)発明者 石丸 靖男
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会
 社日立製作所笠戸工場内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第2区分

【発行日】平成13年7月24日(2001.7.24)

【公開番号】特開平10-52771

【公開日】平成10年2月24日(1998.2.24)

【年通号数】公開特許公報10-528

【出願番号】特願平8-206843

【国際特許分類第7版】

B23K 20/12

31/00

B61D 17/00

// B23K 103:10

【F I】

B23K 20/12 D

G

31/00 D

B61D 17/00 C

【手続補正書】

【提出日】平成12年9月14日(2000.9.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】摩擦溶接方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】加工物より実質的に硬い材質からなる棒状の回転ツールを加工物の接合部に挿入し、前記ツールを回転させながら移動することによって発生する前記回転ツールと前記加工物との摩擦熱による塑性流動を利用した摩擦溶接方法において、摩擦溶接による溶接部に生じた空洞部に該空洞部と実質的に同じ形状の部材を配置し、前記空洞部を前記摩擦溶接方法によって再度溶接することを特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項2】請求項1において、前記再度の摩擦溶接の前に、摩擦溶接の方向において前記回転ツールよりも前方の前記部材を前記加工物に溶接すること、を特徴とする摩擦溶接方法。

【請求項3】請求項2において、前記部材と前記加工物との前記溶接はTIG溶接で行うこと、を特徴とする摩擦溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転ツールと加工物との摩擦熱による塑性流動を利用した摩擦溶接法に関

し、車両、自動車、船舶、航空、エレベータ、圧力容器などのあらゆる構造物に利用できる。

【0002】

【従来の技術】摩擦溶接方法として、特開平5-96385号公報などが公知である。これまでの摩擦溶接方法は、溶接する両方またはいずれか一方の加工物を回転する。このため、溶接する加工物の形状や寸法に限界がある。

【0003】一方、加工物の長手方向に連続的に摩擦溶接する方法として、特表平7-505090では、加工物より実質的に硬い材質からなるツールを加工物の溶接部に挿入し、前記、ツールを回転させながら移動することにより、該、回転ツールと加工物との間に生じる摩擦熱による塑性流動によって加工物を溶接する溶接方法が公知である。

【0004】従来の摩擦溶接法は、加工物同士を回転させ、加工物同士の摩擦熱によって溶接する方法に対して、前記、特表平7-505090は溶接部材を固定した状態で、該、ツールを回転させながら移動することにより接合できる。このため、溶接方向に対して実質的に無限に長い部材でもその長手方向に連続的に固相接合できる利点がある。さらに、回転ツールと溶接部材との摩擦熱による金属の塑性流動を利用した固相接合のため、接合部を溶融させることなく、接合できる。また、加熱温度が低いため、接合後の変形が少ない。接合部は溶融されないため、欠陥が少ないなどの多くの利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記、特表平7-505090による回転ツールを加工物の中に挿入し、該、

回転ツールを回転させながら移動することにより溶接する方法を製品に適用した場合、次のような問題点がある。

【0006】(1) 前記、溶接方法は、溶接部の終了位置、または、溶接を途中で中止した位置、つまり、回転ツールの回転を停止し、該、回転ツールを溶接部から引抜いた部分に回転ツールとほぼ同じ形状の空洞が生じる。すなわち、この空洞は、加工部材に欠陥として残るため、構造物に適用する場合は信頼性の点で問題がある。

【0007】(2) 前記、溶接方法は回転ツールの反対側（溶接部の裏面）に加工物を支持する支持治具が必要である。加工物が長い場合、溶接熱などによって加工物が変形し、該、加工物の裏面は固定治具から離れる場合がある。この場合、加工物は回転ツールの荷重に耐えきれず、その部分に欠陥が発生する。

【0008】(2) 前記、回転ツールの切削作用によって、接合部の厚さが局部的に薄くなる。つまり、溶接部の表面は回転ツールとの摩擦によって凹みができる。このため、実質的に接合部の厚さが減少するため、溶接部の強度が低下する。したがって、この溶接法で接合した加工物の信頼性に問題がある。

【0009】(3) 接合部の継手部にギャップがある場合、欠陥が発生しやすい。

【0010】本発明は、摩擦溶接による欠陥を容易に補修することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、摩擦溶接によって溶接部に生じた空洞部に該空洞部と実質的に同じ形状の部材を配置し、前記空洞部を前記摩擦溶接方法によって再度溶接すること、によって達成できる。

【0012】【作用】

摩擦溶接部の空洞部（欠陥部）に補修部材が配置して再度、摩擦溶接するので、欠陥の無い摩擦溶接を行うことができる。

【0013】

【発明の実施の形態】【実施例1】

図1は前記、溶接方法によって、回転ツール1を2の方向に回転しながら3の方向に移動して加工物4を溶接する場合の斜視図を示す。図2は図1の溶接部5に発生する溶接欠陥の例を示す断面図である。

【0014】図3の(a)は図2のA-A部の断面で、この場合の欠陥6は溶接部の終端または溶接を中止した位置に発生しやすい。この欠陥6の形状は、回転ツールの先端とほぼ同じ形状の空洞である。(b)はB-B部の断面で、この場合の欠陥7は、溶接条件が適正で無い場合に発生しやすい。この欠陥7は溶接スタート点から、溶接終端まではほぼ連続して発生し、溶接部の表面から肉眼で観察できることが多い。(c)はC-C部の断面で、この場合の欠陥8も溶接条件が不適正の場合に発

生する欠陥である。この欠陥8は溶接部の内部に不連続的に発生することが多い。

【0015】本発明は図3の各欠陥部に前記の各欠陥と同形状の部材を挿入し、再度、前記、溶接方法で溶接する点にある。次に本実施例を具体的に説明する。図3

(a)の欠陥6は、円柱状の空洞であるため、これと同じ形状の部材9aをこの空洞部に挿入する。(b)の欠陥7は長方形の細長い空洞であるため、欠陥の一部を加工して、これとほぼ同じ形状の部材9bを挿入する。この場合は挿入した部材が長いので、この部材をTIG溶接法によって加工部材に固定する。

【0016】(c)の欠陥8は溶接部の内部に発生しているため、溶接部の表面または裏面方向から欠陥の位置まで機械的に切削し、その切削部分も含む空洞部にその空洞部と同形状の部材9cを挿入する。

【0017】前記のごとく、各欠陥部（空洞部）に各欠陥と同形状の部材を挿入後、部材を挿入した位置より後方側から、再度、前記、溶接方法で溶接する。

【0018】なお、欠陥部に挿入する部材は、加工部材と同じ材質が望ましい。

【0019】本実施例におけるアルミ合金の長さは5m、厚さ：4mm、幅：0.5m、溶接条件は、回転ツールの先端径：5mm、回転数：1000rpm、溶接速度：0.2m/minである。前記方法により、信頼性の高い溶接部が得られ、これを鉄道車両の溶接に適用した。

【0020】【実施例2】

図4はローラ機構による挿入部材の固定方法を示す視図図である。

【0021】本発明は、前記、ローラ10によって前記欠陥部に挿入した部材9を機械的に固定するためのものである。つまり、溶接方向に欠陥が長い場合に、溶接方向に対して回転ツール1の前方で、ローラ10により挿入部材9を加工部材4に押しつける。これにより、回転ツール1の直前で挿入部材9を固定する。なお、ローラ10は回転ツール1と連動して溶接進行方向3に移動する。

【0022】一方、ローラ10は回転ツール1と独立して加工部材4の変形に追従して上下移動できる機構11が備わっている。この場合のローラの押しつけ力は約500kgである。なお、溶接条件および加工部材の寸法は実施例1である。

【0023】【実施例3】

図5は押し出し加工によって製作された面板12、コア材13からなるハニカムパネル同士の接合において、縁材14の部分に回転ツール1を挿入して溶接する。これによって、複数のハニカムパネルを合体して大型のハニカム構造体を製作するものである。本実施例では、回転ツール1が接する溶接部の縁材の厚さを1mm高くしている。幅は回転ツールの外形とほぼ同じ20mmであ

る。前記、溶接部の形状により、回転ツール1によって接合部に凹みが生じた場合でも強度は実質的に低下しない。さらに、接合部のギャップが大きい場合でも欠陥なく接合できる。このため、信頼性の高いハニカムパネルからなる構造体が効率的に、かつ、安価に製作できる。このハニカムパネルを鉄道用車両体として、高速車両を製作した。

【0024】 [実施例 4]

図6は本発明における接合部の継手構造を示す。図6の(a)～(b)は加工部材4がI型開先の継手構造の、(c)と(d)はレ型開先の、(e)と(f)はV型開先の継手構造を示す。図6のように、溶接部の厚さを局部的に厚くすることにより、I型開先の場合はギャップが大きい場合でも欠陥なく溶接できる。

【0025】本実施例では、加工部材の厚さが5mmのアルミ合金を(a)のI型開先で溶接した場合、開先のギャップが1mmまで欠陥なく溶接できる。さらに、(c)から(d)のレ型開先、(e)と(f)のV型開先の場合も溶接部の厚さを増加することにより、その増加した部分の厚さで各継手構造のギャップ内の空間を補充するため、欠陥なく溶接できる。

【0026】 [実施例 5]

図7は回転ツール1の反対側、つまり、溶接面の裏側に回転機構を備えた加工物4の支持治具15を配置して溶接する斜視図を示す。加工物4は固定台16に固定され、さらに、回転ツール1の荷重によって変形しないように回転ツールの反対側で加工物を支持する。この場合、支持治具15に回転機構を備えることにより、加工物との摩擦抵抗が少なく、稼働できる。支持治具15には、回転ツール1の溶接方向3の移動に連動して、17方向に回転しながら18方向に移動する。また、支持治具15は加工物4の上下方向または左右方向の変形に追従して、上下方向19および左右方向20に自動的に移動できる機構も備わっている。上記、回転機構の他に上下および左右に移動する機構を備えた支持治具15によって長さ20m、幅1m、厚さ5mmのアルミ合金の突合せ溶接を行った。溶接条件は実施例1と同じである。この溶接によって、高速用の車両を製作した。

【0027】なお、実施例5では加工物を固定して、回転ツール1と支持治具15を溶接方向に移動したが、これらを固定して加工物を移動しても本目的を達成できる。

【0028】 [実施例 6]

図8は本発明によって鉄道車両用アルミ合金を溶接する方法の断面図を示す。

【0029】本実施例における加工物は、長さ20m、厚さ5mm、幅500mmのアルミ合金板である。なお、加工部材の接合部の高さはほかの部分より約1mm高くなっている。回転ツール1は移動ロボット21に取

付けられ、加工部材4の溶接部に挿入して回転しながら移動する。この場合、回転ツール1の反対側には支持治具15が配置されている。この支持治具15は、実施例5と同様の回転、上下、左右のいずれか1つ以上の機能を有している。一方、加工部材4は、上下から固定治具22および23によって固定されている。なお、この固定治具22は、長尺の加工部材を安定に固定するため、支持治具15と同様の回転機構を有している。なお、本実施例では、前記の方法で加工部材を固定して、回転ツールと支持治具を移動して実施例1と同じ条件で溶接した。

【0030】図9は前記、実施例によって製作した車両構造体を示す。図10は図9の車両構造体をさらに本発明の溶接方法によって組立てた道車両の斜視図を示す。接合部5の長さは一部が12.5mであるが、最大25mの長さが表裏両面から形成されて、鉄道用の車両が製作される。

【0031】(1)溶接部の欠陥部(空洞部)に該、空洞と同じ形状の部材を挿入し、再度、溶接する。この場合、前記、空洞部に配置した部材は回転ツールによって溶接中に移動することがあるため、回転ツールの前方で固定することが望ましい。

【0032】(2)回転ツールと反対側に配置される加工物の支持治具は回転機構を備えていること。さらに、前記、回転機構を備えた加工物の固定治具は、加工物の変形に追従して上下方向および左右方向に移動すること。

【0033】(3)加工部材の接合部の厚さは、他の部分の厚さより局部的に高くなっていること。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、摩擦溶接部の空洞部(欠陥部)に補修部材が配置して再度、摩擦溶接するので、欠陥の無い摩擦溶接を行うことができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】摩擦溶接方法の概略図である。

【図2】摩擦溶接部を上部から見た場合の欠陥を示す図である。

【図3】図3は図2の各位置における断面である。

【図4】図4は摩擦接合を示す斜視図である。

【図5】摩擦接合部の縦断面図である。

【図6】継手部の各種を示す縦断面図である。

【図7】摩擦接合装置の斜視図である。

【図8】図7の要部の縦断面図である。

【図9】鉄道車両の構造体の斜視図である。

【図10】鉄道車両の車体の斜視図である。

【符号の説明】

1：回転ツール、6，7，8：欠陥、9a，9b，9c：補修部材。